

明 細 書

鑄造用ノズル

技術分野

- [0001] 本発明は、アルミニウム合金又はマグネシウム合金を連続鑄造する際に用いるのに適した鑄造用ノズル、この鑄造用ノズルを用いた鑄造材の製造方法、及びこの鑄造方法により得られる鑄造材に関するものである。特に、表面性状に優れる鑄造材を製造するのに最適な鑄造用ノズルに関するものである。

背景技術

- [0002] 従来、ロールやベルトなどからなる可動鑄型に溶解させた金属を連続的に供給し、可動鑄型にて供給された金属を冷却して凝固させ、連続的に鑄造材を製造する連続鑄造が知られている。溶解させた金属溶湯は、ノズルを介して可動鑄型に供給される。この鑄造用ノズルとして、例えば、特許文献¹～³に記載されるものがある。特許文献¹、²には、可動鑄型に接触する鑄造用ノズルの先端にセラミックファイバからなるフェルト層を設けたノズルが記載されている。特許文献³には、ノズル材料として、アルミナ-黒鉛材が記載されている。

- [0003] 特許文献¹：特開昭63-101053号公報
特許文献²：特開平5-318040号公報
特許文献³：特開平11-5146号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0004] 連続鑄造に用いられる鑄造用ノズルの形成材料には、耐熱性及び保温性に優れるシリカ(酸化ケイ素(SiO_2))やアルミナ(酸化アルミニウム(Al_2O_3))などのセラミックが用いられている。しかし、セラミックからなるノズルでは、製造する鑄造材の表面性状の更なる改善を図ることが難しい。特に、最近、マグネシウム合金製品に対する適用分野の拡大と共に、要求される品質レベルが高くなってきており、軽量化や耐食性の改善の他、外観品質の向上に対する要求が高まっている。しかし、上記従来のノズルでは、特に、外観品質に関する要求を十分に満たすことが難しい。

[0006] そこで、本発明の主目的は、表面品質に優れる鑄造材を得るのに最適な鑄造用ノズルを提供することにある。また、本発明の他の目的は、この鑄造用ノズルを用いた鑄造材の鑄造方法、及びこの製造方法により得られた鑄造材を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明者らが検討した結果、鑄造時、素材の幅方向における凝固が不均一となること、及びノズルの外周縁の先端と可動鑄型間の隙間が大きいことが表面性状を低下させる原因となるとの知見を得た。この知見に基づき、本発明は、ノズルの先端の形成材料を特定することで、表面性状の向上を図る。

[0007] 具体的には、素材の幅方向において溶湯の凝固を均一的に行うべく、熱伝導性に優れる材料を用いることを提案する。即ち、本発明は、溶解したアルミニウム合金又はマグネシウム合金の溶湯を貯留する湯だめに固定されて、湯だめから連続鑄造用の可動鑄型に溶湯を供給する鑄造用ノズルである。そして、可動鑄型側に配置されるノズルの先端に熱伝導率が 0.2W/mK 以上の材料からなる良熱伝導層を具える。

[0008] 耐熱材料であるセラミックからなるノズルでは、連続鑄造する金属の組成によっては、可動鑄型側に配置されるノズルの先端の横断面幅方向において溶湯の温度が不均一となり、素材の横断面幅方向における凝固が不均一となって、縦割れを発生することがある。そのため、得られた鑄造材に切削などの表面処理を施す必要があった。従って、セラミックからなるノズルでは、表面品質に優れた鑄造材が得られる金属組成の範囲が狭く、組成範囲の拡大が望まれていた。

[0009] これに対し、注湯口となる少なくともノズルの先端を熱伝導性に優れる材料にて形成されたノズルでは、溶湯に対し、ノズルの横断面幅方向に均一に熱を伝えることができる。そのため、ノズルの先端から可動鑄型に供給される溶湯は、ノズルの横断面幅方向において温度のばらつきが小さいため凝固が均一的になり、縦割れを減少して、表面性状に優れた鑄造材を得ることができる。そこで、本発明は、ノズルの先端に良熱伝導層を具えることを規定する。

[0010] また、ノズルの外周縁の先端と可動鑄型間の隙間を小さくするべく、強度と弾性変形能に優れる材料を用いることを提案する。即ち、本発明は、溶解したアルミニウム合金又はマグネシウム合金の溶湯を貯留する湯だめに固定されて、湯だめから連続

鑄造用の可動鑄型に溶湯を供給する鑄造用ノズルである。そして、可動鑄型側に配置されるノズルの先端に弾性率が5000MPa以上、引張強さが10MPa以上の材料からなる高強度弾性層を具える。

- [0011] 特許文献1、2に記載されるセラミックファイバからなるノズルでは、耐熱性に優れる反面、比較的強度が低いため、ノズルの外周縁の先端を可動鑄型に接触させて配置させると、鑄造中に摩耗していき、同先端と可動鑄型間に隙間が生じ、この隙間から溶湯が洩れる、いわゆる湯漏れが生じることがあった。そこで、鑄造前において、ノズルの外周縁の先端と可動鑄型間の隙間を可能な限り狭くなるように配置していた。しかし、湯漏れを防止するには、鑄造前において、ノズルの外周縁の先端を可動鑄型にできるだけ接触させて配置することが望まれる。
- [0012] また、特許文献1、2に記載される技術は、可動鑄型として一つのロールからなるものを用いており、このような単ロールタイプの可動鑄型の場合、鑄造時において、鑄造される素材から受ける力によりロールの位置が移動することがない。そのため、鑄造中、鑄造前に固定したノズルの外周縁の先端と可動鑄型間の隙間が変動することがほとんどない。これに対し、可動鑄型が一对のロールからなる場合、鑄造前においてロール間のギャップ、特に、両ロールが最も近接する際のギャップ(最小ギャップ)が一定の大きさとなるように調整していても、鑄造中、凝固した素材をロール間で圧下する際の反力によって、ロール間のギャップが開くことがある。そのため、鑄造前においてノズルの外周縁の先端と可動鑄型間の隙間をできる限り小さくなるようにノズルを配置していても、上記反力によりロール間が開いてしまうため、鑄造中、同隙間が大きくなることがある。具体的には、同隙間が0.8mm超となり、湯漏れが発生することがあった。
- [0013] 上記のような事情により、可動鑄型として、特に、一对のロールからなるものを利用する場合、従来は、ノズルの外周縁の先端と可動鑄型間の隙間から湯漏れを防止するべく、鑄造速度を一定速度以上に速くしたり、メニスカスノズルの先端から流出した溶湯が可動鑄型に最初に接触する部分までの領域に形成される溶湯面)が大きくなるように溶湯の流量を調整していた。しかし、鑄造速度を速めることで縦割れが生じ易くなったり、メニスカスを大きくすることでリップルマークが大きくなる傾向にあり、表

面品質を低下させる原因となっていた。

- [0014] これに対し、注湯口となる少なくともノズルの先端を強度に優れる材料にて形成したノズルでは、鑄造前においてノズルの先端を可動鑄型に接触させて配置させても、鑄造中、摩耗しにくい。かつ、注湯口となる少なくともノズルの先端を弾性変形能に優れる材料にて形成したノズルでは、鑄造前においてノズルの先端を可動鑄型に押し付けて配置させた際、弾性変形領域内で変形して可動鑄型に密着させて配置させることができる。また、鑄造中、ロール間のギャップが広がるなどの可動鑄型が動いても、その移動に追従することができ、長時間に亘り鑄造前に配置した状態を維持することができる。これらのことから、高強度で弾性変形能に優れる材料にて形成されたノズルでは、鑄造前においてノズルの外周縁の先端と可動鑄型間の隙間がより小体くするように配置することができる、特に、同先端を可動鑄型に接触させて配置することができる。即ち、ノズルの外周縁の先端と可動鑄型間の隙間を実質的になくすることができる。かつ、可動鑄型が一对のロールからなるものであっても、弾性変形によりある程度ロールの移動に追従することができるため、鑄造中、ノズルの外周縁の先端と可動鑄型間の隙間が広がりにくい。従って、鑄造速度を従来よりも遅くしたり、メニスカスが小さくなるようにしても、湯漏れを防止できると共に、上記鑄造速度やメニスカスを小さくできることから、縦割れやリップルマークの大型化を抑制して表面品質の低下を低減し、表面性状に優れた鑄造材を得ることができる。そこで、本発明は、ノズルの先端に高強度弾性層を具えることを規定する。

- [0015] 以下、本発明をより詳しく説明する。

良熱伝導性の材料は、ノズルの横断面幅方向において、溶湯の温度のばらつきを小さく抑えられるように熱伝導率を 0.2W/mK 以上とする。 0.2W/mK 未満では、ノズルの横断面幅方向に均一に熱を伝える効果が少ない。より好ましくは、 5W/mK 以上である。特に、可動鑄型に接触する際の溶湯の横断面幅方向における温度のばらつきを抑えるべく、少なくとも可動鑄型側に配置されるノズルの先端には、上記熱伝導性に優れる材料にて形成された良熱伝導層を具える。特に、溶湯と接触する内周側に良熱伝導層を具えることが好ましい。ノズル全体をこの良熱伝導性の材料にて形成してもよい。このような熱伝導性に優れる材料としては、例えば、カーボン、C/Cコンポ

がット(Carbon Carbon Composite 炭素繊維を強化材とし、炭素をマトリックスとした複合材料)などの炭素系材料や、鉄、ニッケル、チタ、タングステン、モリブデン、及びこれらを50質量%以上含れ合金などの金属材料が挙げられる。例えば、鉄を含有する合金としては、ステンレス、鋼などが挙げられる。また、このような材料からなる良熱伝導層は、その厚さが3.0mm未満といった薄い層であっても、上記熱特性を有する。実用的には、0.1mm以上とすることが好ましい。

[0016] ここで、金属材料の場合、熱伝導性を導電性に読み替えて扱うこともできる。即ち、熱伝導性に優れる材料に代わって、導電性に優れる材料を利用することもできる。導電率とする場合、5%IACS以上とすることが適する。特に、10%IACS以上が好ましい。このような導電性を有する金属材料として、鉄、ニッケル、チタン、タングステン、モリブデン、及びこれらを50質量%以上含む合金などが挙げられる。

[0017] 強度と弾性に優れる材料は、可動鋳型と接触していても摩耗しにくい強度を有し、かつ可動鋳型に密着させたり、可動鋳型の動きに追従する弾性変形能を有するべく、引張強さを10MPa以上、弾性率を500MPa以上とする。そして、少なくとも可動鋳型側に配置されるノズルの先端は、このような高強度で弾性に優れる材料にて形成された高強度弾性層を具える。ノズル全体をこの高強度、高弾性の材料にて形成してもよい。弾性に優れることから、鋳造前、ノズルの先端を可動鋳型に押し付けて弾性変形領域内で変形させて、可動鋳型に密着させた状態で配置することができる。また、弾性に優れることで、鋳造中における可動鋳型の動き、例えば、可動鋳型が一对のロールからなる場合、ロール間のギャップが広がるといった動きにも追従することができる、ノズルの外周縁の先端と可動鋳型間の隙間を小さく保持するために外部から付勢力などの力をノズルに加えることなく、長別に亘って同隙間を小さく保持することができる。具体的には、同隙間を0.8mm以下に保持することができる。

[0018] 更に、上記のように鋳造前において可動鋳型に密着させて配置しても、強度に優れることから摩耗しにくく、長則に亘りノズルの外周縁の先端と可動鋳型間の隙間を小さく保持することができる。また、強度に優れることから、ノズルの小型化、薄肉化も可能になる。具体的には、ノズルの先端の厚さを3.0mm未満とすることができる。ノズルの先端をこのような薄肉とすることで、ノズルの外周縁の先端を可動鋳型に接触さ

せた際、ノズルの先端と、ノズルの内周縁の先端の延長線と、可動鋳型とで囲まれる領域をより小暗くできる。そのため、溶湯を可動鋳型に供給する際に形成されるメニスカスを小さくすることができ、その結果、リップルマークの大型化を抑制することが可能である。ノズルの先端の厚刮ま、薄いほど、上記領域を小暗くして、メニスカスの小型化を図ることができるが、実用上、0.5 ～2.0mm程度が適する。

[0019] 引張強さが10MPa未満では、強度が弱いため、ノズルの先端を可動鋳型に接触させて配置すると摩耗し易く、また小型化、薄肉化が困難である。かつ弾性率が500MPa未満では、ノズルの先端を可動鋳型に押し付けて配置しても弾性変形しにくく、密着させることが難しく、また鋳造中における可動鋳型の動きに追従できない。より好ましくは、引張強さ20MPa以上、弾性率:700MPa以上である。

[0020] このような強度と弾性に優れる材料としては、例えば、カーボン、C/Cコンポジットなどの炭素系材料や、鉄、ニッケル、チタン、タングステン、モリブデン、及びこれらを50質量%以上含れ合金、例えば、ステンレスなどの金属材料などが挙げられる。これらの材料は、熱伝導性に優れる上に高強度で高弾性変形能を有する。このような材料にて少なくともノズルの先端を形成した場合、ノズルの横断面幅方向における溶湯の温度を均一的にできると共に、ノズルの外周縁の先端と可動鋳型間の隙間が小さい状態を保持させることができるため、表面品質により優れた鋳造材を安定して得られる。また、これらの材料は、アルミナやシリカなどの酸化物材料と比較して酸素濃度が低いため、特に、マグネシウム合金を連続鋳造する場合、マグネシウムが酸素と結合して、表面品質を低下させることを低減することができる。マグネシウムは、非常に活性な金属であることから、鋳造時、溶湯の主成分であるマグネシウムが上記酸化物材料中の酸素と結合して同材料を還元することがある。このとき、マグネシウムに酸素を奪われることでノズルが破損して、溶湯の保温性が低下し、素材の横断面幅方向における凝固が不均一になることがある。また、酸素との結合により生成された酸化マグネシウムは、再溶解することがないため、溶湯中に混入されると凝固を不均一にすることがある。このような凝固の不均一により、鋳造材の表面品質を低下させてしまう。しかし、上記のように酸素の含有量が少ない材料を用いることで、マグネシウムが酸素と結合することにより生じる表面品質の低下を低減することができる。

[0021] また、本発明ノズルはその先端に、かさ密度が $0.79/\text{cm}^3$ 超の材料からなる高密度層を具えていてもよい。かさ密度が $0.79/\text{cm}^3$ 以下の材料では、空孔率が高いため熱伝導性が悪くなると共に、強度が低くなるため、ノズルの先端が、その横断面幅方向において自重で変形して、可動鋳型との間の隙間を生じ、湯洞れの原因となる。従って、ノズルの先端にかさ密度 $0.79/\text{cm}^3$ 超の高密度層を具えることで、熱伝導性及び強度の向上を図ることができる。より好ましくは、 $1.0\text{g}/\text{cm}^3$ 以上である。このような材料としては、例えば、カーボン、C/Cコンポジットなどの炭素系材料や、鉄、ニッケル、チタン、タングステン、モリブデン、及びこれらを50質量%以上含れ合金、例えば、ステンレスなどの金属材料などが挙げられる。即ち、これらの材料からなる層は、熱伝導性に優れると共に、高強度で、弾性変形能に富み、高密度である。

[0022] 本発明ノズルはその先端を、上記良熱伝導性の材料や高強度高弾性の材料、高密度の材料を複数用いて、異なる材料からなる層を複数具える多層構造としてもよい。例えば、カーボン層とモリブデン層との二層構造としてもよい。このとき、カーボン層及びモリブデン層は、双方とも良熱伝導性層、高強度層、高弾性層、高密度層として機能する。その他、上記種々の特性に優れた材料からなる層に加えて、セラミックファイバシートなどの熱伝導性の低い材料からなる層を具えてもよい。例えば、溶湯と接触するノズルの内周側にこのような熱伝導性の低い材料からなる層を設けてもよい。このとき、上記低熱伝導層と共に、上記良熱伝導層を設けることで、ノズルの横断面幅方向に均一に熱を伝える効果を得ることができる。また、熱伝導性に優れる材料で形成したノズルの先端がロールに接触する場合、ノズルを介して溶湯の熱がロールなどに逃げ、溶湯がロールに接触する前に凝固することがある。このような不具合を低減するには、溶湯とロール間に少なくとも一層のセラミックファイバシートなどの熱伝導性の低い層を介在させることがより好ましい。

[0023] このような本発明鋳造用ノズルは、アルミニウム合金やマグネシウム合金といった金属の連続鋳造を行う際に利用することが好適である。具体的には、連続鋳造装置において、湯だめから可動鋳型に溶湯を供給する部材として利用する。連続鋳造装置の具体的な構成としては、金属を溶解して溶湯とする溶解炉と、溶解炉からの溶湯を一時的に貯留する湯だめ(タンディッシュ)と、溶解炉と湯だめ間に配置される移送樋

と、湯だめから供給された溶湯を鑄造する可動鑄型とを具えるものが挙げられる。そして、本発明ノズルは、一端を湯だめに固定し、他端(先端)を可動鑄型に接触させて配置するとよい。その他、ノズルの先端の近傍に配置されて、ノズルの外周縁の先端と可動鑄型間から溶湯が漏れるのをより効果的に防止する湯堰(サイトダム)を具えてもよい。溶解炉は、溶湯を貯留する柑蝸と、金属を溶解するために柑蝸の外周に配置される加熱手段とを具える構成が挙げられる。移送樋やノズルの外周には、溶湯の温度を維持するべく、加熱手段を具えることが好ましい。可動鑄型は、例えば、1. 双ロール法(ツインロール法)に代表される一对のロールからなるもの、2. 双ベルト法(ツインベルト法)に代表される一对のベルトからなるもの、3. 車輪ベルト法(ベルトアンドホイール法)に代表される複数のロール体イール)とベルトとを組み合わせるものが挙げられる。これらロールやベルトを利用した可動鑄型では、鑄型の温度を一定に保持することが容易であると共に、溶湯と接触する面が連続的に現れるため、鑄造材の表面状態を平滑にかつ一定に保持し易い。特に、可動鑄型は、互いに異なる方向に回転する一对のロールを対向配置された構成、即ち、上記1.に代表される構成の場合、鑄型の作製精度が高いことに加えて、鑄型面(溶湯と接触する面)の位置を一定に保持し易いため、好ましい。また、ロールの回転に伴って溶湯に接触する面が連続的に現れる構成であるため、鑄造に用いられた面が再度溶湯と接触するまでの間に離型剤の塗布や付着物の除去などを効率よく行ったり、これら塗布や除去などの作業を行う設備を簡略化できる。

- [0024] 本発明においてアルミニウム合金とは、アルミニウムに添加元素を含有するもの(添加元素と残部がアルミニウムと不純物からなるもの)の他、アルミニウムと不純物とからなる純アルミニウムも含むものとする。添加元素を含有するアルミニウムとしては、例えば、JIS記号の1000系 ~ 7000系から選択されるもの、例えば、5000系や6000系などが利用できる。また、本発明においてマグネシウム合金とは、マグネシウムに添加元素を含有するもの(添加元素と残部がマグネシウムと不純物からなるもの)の他、マグネシウムと不純物とからなる純マグネシウムも含むものとする。添加元素を含有するマグネシウムとしては、例えば、ASTM記号におけるAZ系、AS系、AM系、ZK系などが利用できる。その他、アルミニウム合金と炭化物からなる複合材料、アルミニウム合金

と酸化物からなる複合材料、マグネシウム合金と炭化物からなる複合材料、マグネシウム合金と酸化物からなる複合材料の連続鋳造にも利用することができる。

- [0025] 本発明ノズルを用いて連続鋳造を行うことで、実質的に無限に長い鋳造材を得ることができる。特に、本発明ノズルを用いることで、湯洞れを効果的に防止できると共に、表面性状に優れた鋳造材を得ることができる。

発明の効果

- [0026] 以上説明したように本発明鋳造用ノズルを用いて連続鋳造を行う場合、本発明ノズルは、特に、可動鋳型側に配置される先端が熱伝導性に優れるため、横断面幅方向における溶湯の温度のばらつきを小さくして凝固を均一的にでき、表面性状に優れた鋳造材を得ることができる。また、本発明鋳造用ノズルを用いて連続鋳造を行う場合、本発明ノズルは、特に、可動鋳型側に配置される先端が高強度で弾性変形能に優れるため、鋳造前においてノズルの先端を可動鋳型に接触或いは密接させて配置することができ、ノズルの外周縁の先端と可動鋳型間の隙間を小さくすることができる。そして、鋳造中、可動鋳型が動いても、その動きに追従してノズルの外周縁の先端と可動鋳型間の隙間を小さく保持することができる。従って、湯洞れを防止できると共に、鋳造速度を比較的遅くすることができることで縦割れを生じにくくし、メニスカスを小さくしてリップルマークの大型化を抑制し、表面品質の低下を低減することができる。従って、本発明鋳造用ノズルを用いて連続鋳造することで、表面性状に優れた鋳造材を得ることができる。

図面の簡単な説明

- [0027] [図1] 図1は、溶湯の自重を利用して可動鋳型に溶湯を供給する連続鋳造装置の概略構成図である。
- [図2(A)] 図2(A)は、ノズルの先端部分を説明する概略構成図であり、鋳造前においてノズルの先端を可動鋳型に接させて配置した状態である。
- [図2(B)] 図2(B)は、ノズルの先端部分を説明する概略構成図であり、鋳造中、ロールが移動した状態を示す。
- [図3(A)] 図3(A)は、本発明鋳造用ノズルの先端部分を示す部分拡大断面図であり、図3(A)は、試験例2に利用したものを示す。

[図3(B)] 図3(B)は、本発明鑄造用ノズルの先端部分を示す部分拡大断面図であり、試験例3に利用したものを示す。

[図3(C)] 図3(C)は、本発明鑄造用ノズルの先端部分を示す部分拡大断面図であり、試験例4に用いたものを示す。

発明を実施するための最良の形態

[0028] 以下、添付図面を参照しながら本発明の実施の形態を説明する。なお、図面の説明においては同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。また、図面の寸法比率は、説明のものと必ずしも一致していない。

図1は、溶湯の自重を利用して可動鑄型に溶湯を供給する連続鑄造装置の概略構成図である。この装置は、アルミニウム合金、マグネシウム合金などの金属を溶解して溶湯1とする溶解炉10と、溶解炉10からの溶湯1を一時的に貯留する湯だめ12と、溶解炉10と湯だめ12間に配置されて、溶解炉10から湯だめ12に溶湯1を輸送する移送樋皿と、湯だめ12から一对のロール14間に溶湯1を供給するノズル13と、供給された溶湯1を鑄造して鑄造材2を形成する一对のロール14とを具える。

[0029] 溶解炉10は、金属を溶解し溶湯1を貯留する拙蝸10aと、拙蝸10aの外周に配置されて、溶湯1を一定の温度に保持するためのヒータ10bと、これら拙蝸10aとヒータ10bとを収納する筒体10cとを具える。また、溶湯1の温度を調節するべく、温度測定器(図示せず)と温度制御部(図示せず)を具える。更に、拙蝸10aは、ガスの導入配管10d、排出配管10eと、ガスの制御部(図示せず)とを具え、アルゴンなどの不活性ガスやSF₆などの防燃ガスを含有した大気を拙蝸10a内に導入して、雰囲気制御可能な構成である。また、拙蝸10aには、溶湯1を撓拌するフィン(図示せず)を具え、撓拌可能な構成としている。

[0030] 移送樋皿は、一端を拙蝸10aの溶湯1に挿入し、他端を湯だめ12に接続させており、溶湯1を輸送する際、溶湯1の温度が低下しないように外周にヒータ11aが配置されている。

[0031] 湯だめ12は、その外周にヒータ12aと、温度測定器(図示せず)及び温度制御部(図示せず)とを具える。ヒータ12aは、主に運転開始時に用い、溶解炉10から輸送された溶湯1が凝固しない温度以上となるように湯だめ12を加熱するものである。安定運転

時は、溶解炉10から移送される溶湯1からの入熱と、湯だめ12から放出される排熱とのバランスをみて、適宜ヒータ12aを利用することができる。また、柑蝸10aと同様に湯だめ12にも、ガスによる雰囲気制御を行うべく、ガスの導入配管12b、排出配管12cと、ガスの制御部(図示せず)とを具える。更に、拙蝸10aと同様に湯だめ12にも、溶湯1を撈件するフィン(図示せず)を具え、撈件可能な構成としている。

[0032] ノズル13は、一端を湯だめ12に接続固定させ、ロール14側に配置される先端からロール14間に溶湯1を供給する。先端13近傍には、先端部分に供給される溶湯1の温度管理を行うために、測温器(図示せず)を具える。測温器は、溶湯1の流れを阻害しないように配置している。そして、溶湯1の自重により、ノズル13の先端からロール14間に溶湯1を供給できるように、ロール14間のギャップの中心線20が水平方向となるようにすると共に、湯だめ12から先端を介してロール14間に水平方向に溶湯が供給され、水平方向に鑄造材2が形成されるように、湯だめ12、ノズル13、ロール14を配置している。このノズル13の位置は、湯だめ12内の溶湯1の液面よりも低くしている。特に、湯だめ12内の溶湯1の液面は、ロール間14のギャップの中心線20から所定の高さhとなるように調整するべく、液面を検出するセンサ15を具える。センサ15は、図示しない制御部に接続され、センサ15の結果に連動させてバルブ11bを調整して、溶湯1の流量を制御することで、ノズルの先端からロール14間に供給する際の溶湯1の圧力を調整する。

[0033] 可動鑄型は、一對のロール14からなるものである。両ロール14は、ロール14間にギャップを設けて対向配置させ、各ロール14は、図示されない駆動機構により互いに異なる方向(一方のロールが右回り、他方のロールが左回り)に回転可能な構成である。特に、ロール14間のギャップの中心線20が水平方向となるように配置している。このロール14間に溶湯1が供給され、各ロール14が回転すると、ノズルの先端から供給された溶湯1は、ロール14に接触しながら凝固することで鑄造材2として排出される。この例では、鑄造方向が水平方向となる。

[0034] そして、本発明の特徴とするところは、ノズル13の先端の形成材料として、良熱伝導性の材料や高強度高弾性の材料を用いた点にある。図2(A)および図2(B)は、ノズルの先端部分を説明する概略構成図であり、図2(A)は、鑄造前においてノズルの先

端を可動鋳型に接させて配置した状態、図2(B)は、鋳造中、ロールが移動した状態を示す。なお、図2(A)および図2(B)において、ノズルは断面を示す。本例では、上記熱伝導性、強度、弾性に優れ、高密度である等方性黒鉛にてノズルの先端全体を形成した。このようなノズルを利用することで、図2(A)に示すように鋳造前において、ノズル13の外周縁の先端 P_1 をロール14に接触させて配置することができる。特に、本例では、弾性変形能に優れる材料にて形成しているため、ロール14に押し付けて先端 P_1 を弾性変形領域内で変形させて、ロール14に密着させて配置することも可能である。このような配置により、ノズル13の先端 P_1 とロール14間の隙間を小さくすることができる。本例では、実質的に隙間をなくすることができる。このような配置状態で長時間に亘って連続鋳造を行っても、高強度であることから摩耗しにくく、長時間経っても、ロール14間との隙間を小さいままに維持することができる。また、鋳造中、凝固した素材をロール14間で圧下する際の反力によって、図2(B)に示すように点線で示す位置から実線で示す位置にロール14が移動しても、ノズル13が弾性変形領域内で変形することで、ロール14間との隙間を小さいままに維持することができる。具体的には、同隙間を0.8mm以下とすることができる。なお、隙間とは、ノズル13の先端 P_1 からロール14の中心 C_r に向かう方向（ロール14の半径方向）の直線とロール14との交点 P_2 間とする。

[0035] また、上記のようにノズルの先端 P_1 とロール14間の隙間が小さいことで、メニスカス M を小さくすることができる。

[0036] 更に、熱伝導性に優れる材料にて形成したことで、ノズル13の先端の横断面幅方向において溶湯1の温度のばらつきをほとんど無くすることができるため、先端からロール14間に供給された溶湯1は、均一的に凝固することができる。

[0037] なお、凝固完了点Eがロール14の中心軸を通る平面（鋳型センタ C と呼ぶ）と先端間（この領域をオフセット O と呼ぶ）に存在するように鋳造速度を調整することで、凝固した部分が可動鋳型により圧縮されることになる。この圧縮により、凝固した部分内にボイドが存在しても消滅又は縮小させることができる。また、完全に凝固してからロール14による圧下が小さいため、鋳造の際、ロール14の圧下に起因する割れなどの不具合がほとんど発生しない、或いは全く発生しない。更に、凝固した部分は、最終凝固後

においても両ロール14で挟まれており、両ロール14がつくる密閉区間でロール14から抜熱されるため、ロール14間が最も近接してロール14間のギャップが最も小さい部分(最小ギャップ G_0 又は G_1 部分)を通過してロール14から排出(開放治れた際、 casting 材²の表面温度が十分に冷却されており、急激な酸化などによる表面品質の低下を防止できる。

[0038] 以下、表1に示す特性を有する種々の材料でノズルの先端を形成し、このノズルを図1に示す連続 casting 装置に取り付けて、連続 casting を行い、 casting 材の表面性状を調べてみた。

[0039] [表1]

材料	等方性黒鉛	C/C 1M ソ丹	チタニウム	SUS316	セラミックス 7000 シート
かさ密度 g/cm^3	1.8	1.5	1.92	7.9	0.7
引張強さ MPa	25.5	90	2000	400	0.3
弾性率 MPa	9,800	110,000	327,000	200,000	1,500
熱伝導率 (幅方向) W/mK	120	25	142	16.7	0.13
厚さ mm	0.9	0.5	0.2	0.3	0.5

[0040] (試験例1)

溶解する金属として純アルミニウムを用いて、連続 casting を行った。本例では、ノズルの先端の形成材料として、厚さ 0.8 mm X 幅 100 mm の黒鉛単板を用い、ノズルの外周縁の先端間の大きさ(図2に示す W_0)を 7 mm とした。ノズルの先端の厚さ(図2に示す t_0)を 0.8 mm とした。ロール間の最小ギャップ(図2(A)に示す G_0)は、4 mm とした。そして、ロール間のギャップが 6 mm になる部分(図2(A)に示す W_1)にノズルの先端が位置するようにノズルを湯だめに固定した。即ち、 casting 前において、ノズルの外周縁の先端とロール間の隙間が実質的に 0 とした。なお、実際に調べたところ、同隙間が最も大きなところでも、0.3 mm 以下であった。この状態で、純アルミニウム 3 kg を溶湯温度 750 °C として、幅 100 mm の casting 材を casting した。

[0041] すると、 casting 中、ロール間のギャップ(図2(B)に示す G_1)は、反力などにより 4.8 mm と拡大していた。また、このロールの移動に伴い、ノズルの外周縁の先端間の大きさ(図2(B)に示す W_2)も変化していた。しかし、 casting 中、ノズルの外周縁の先端とロール

間の隙間は0.3mm以下であり、ノズルの先端がロール間のギャップの拡大に追従しており、湯漏れがないことを確認した。また、鑄造時において、ノズルの先端の横断面幅方向における溶湯温度を調べてみた。本例では、横断面幅方向に任意に5点として、測温器により各点の温度を測定してみた。すると、最小値:742°C、最大値:743°Cとほぼ均一であることを確認した。そして、得られた鑄造材は、割れやリップルマークがなく、光沢面を呈しており、良好な表面品質であった。

[0042] (試験例2)

溶解する金属としてマグネシウム合金(ASTM規格範囲内のAZ31合金)を用いて、連続鑄造を行った。本例では、ノズルの先端の形成材料として、厚さ0.5mm X 幅150mmのC/Cコンポジット板、厚さ0.5mm X 幅150mmのセラミックファイバシート、厚さ0.6mm X 幅150mmの黒鉛シートを用いた。図3(A)に示すように、ロール14側に黒鉛シート30、次にセラミックファイバシート31、そして溶湯と接触する側にC/Cコンポジット板32となるように貼り合わせてノズルの先端を形成した(先端の厚さ:1.6mm)。ノズルの外周縁の先端間の大きさを7mmとした。ロール間の最小ギャップは、3.5mm¹とした。そして、ロール間のギャップが6mmになる部分にノズルの先端が位置するようにノズルを湯ために固定した。即ち、鑄造前において、ノズルの外周縁の先端とロール間の隙間を実質的に0とした。なお、実際に調べたところ、同隙間が最も大きなところでも、0.1mm以下であった。この状態で、AZ31合金15kgを溶湯温度705°Cとして、幅300mmの鑄造材を鑄造した。本試験においてノズルの先端の内周面には、離型剤として窒化ホウ素などの塗布を行った。

[0043] すると、鑄造中、ロール間のギャップは、反力などにより4.2mm¹に拡大していた。しかし、鑄造中、ノズルの外周縁の先端とロール間の隙間は0.3mm以下であり、ノズルの先端がロール間のギャップの拡大に追従しており、湯漏れがないことを確認した。また、鑄造時において、ノズルの先端の横断面幅方向における溶湯温度を調べてみた。本例では、横断面幅方向に任意に5点として、測温器により各点の温度を測定してみた。すると、最小値:695°C、最大値:698°Cとほぼ均一であることを確認した。そして、得られた鑄造材は、割れやリップルマークがなく、光沢面を呈しており、良好な表面品質であった。

[0044] (試験例3)

溶解する金属としてマグネシウム合金(ASTM規格範囲内のAZ91合金)を用いて、連続鋳造を行った。本例では、ノズルの先端の形成材料として、厚さ0.2mm X 幅150mmのモリブデン板、厚さ0.5mm X 幅150mmのセラミックファイバシート、厚さ0.2mm X 幅150mmの黒鉛シートを用いた。図3(B)に示すように、ロール14側に黒鉛シート40、次にセラミックファイバシート41、そして溶湯と接触する側にモリブデン板42となるように貼り合わせてノズルの先端を形成した(先端の厚さ:0.8mm¹)。ノズルの外周縁の先端間の大きさを7mmとした。ロール間の最小ギャップは、3.5mm²とした。そして、ロール間のギャップが6mmになる部分にノズルの先端が位置するようにノズルを湯だめに固定した。即ち、鋳造前において、ノズルの外周縁の先端とロール間の隙間を実質的に0とした。なお、実際に調べたところ、同隙間が最も大きなところでも、0.2mm以下であった。この状態で、AZ91合金15kgを溶湯温度670°Cとして、幅250mmの鋳造材を鋳造した。

[0045] すると、鋳造中、ロール間のギャップは、反力などにより4.2mm³に拡大していた。しかし、鋳造中、ノズルの外周縁の先端とロール間の隙間は0.3mm以下であり、ノズルの先端がロール間のギャップの拡大に追従しており、湯漏れがないことを確認した。また、鋳造時において、ノズルの先端の横断面幅方向における溶湯温度を調べてみた。本例では、横断面幅方向に任意に5点とって、測温器により各点の温度を測定してみた。すると、最小値:662°C、最大値:666°Cとほぼ均一であることを確認した。そして、得られた鋳造材は、割れやリップルマークがなく、光沢面を呈しており、良好な表面品質であった。

[0046] (試験例4)

溶解する金属としてアルミニウム合金^{CM5}記号 5183)を用いて、連続鋳造を行った。本例では、ノズルの先端の形成材料として、厚さ0.3mm X 幅40mmのSUS316板10枚、厚さ0.5mm X 幅40mmのセラミックファイバシート、厚さ0.5mm X 幅40mmの黒鉛シートを用いた。SUS316板は、板間の隙間が1mmとなるように幅方向に並べて、板間の隙間を含んだ全体の幅を40mmとし、これらSUS316板をセラミックファイバシートで覆い、更にロールと接する側に黒鉛シートを貼り付けて、ノズルの先端を形成した洗端

の厚さ:1.8mm¹)。即ち、図3(C)に示すように、ロール14側に黒鉛シート50、次にセラミックファイバシート51、次にSUS板52、そして溶湯と接触する側にセラミックファイバシート51となるようにした。ノズルの外周縁の先端間の大きさを8mmとした。ロール間の最小ギャップは、3.5mm¹とした。そして、ロール間のギャップが6mmになる部分に注湯口が位置するようにノズルを湯だめに固定した。即ち、鑄造前において、ノズルの外周縁の先端とロール間の隙間を実質的に0とした。なお、実際に調べたところ、同隙間が最も大きなところでも、0.3mm以下であった。この状態で、アルミニウム5183合金100kgを溶湯温度720°Cとして、幅300mmの鑄造材を鑄造した。

- [0047] すると、鑄造中、ロール間のギャップは、反力などにより4.7mm¹に拡大していた。しかし、鑄造中、ノズルの外周縁の先端とロール間の隙間は0.5mm以下であり、ノズルの先端がロール間のギャップの拡大に追従しており、湯漏れがないことを確認した。また、鑄造時において、ノズルの先端の横断面幅方向における溶湯温度を調べてみた。本例では、横断面幅方向に任意に5点とって、測温器により各点の温度を測定してみた。すると、最小値:705°C、最大値:709°Cとほぼ均一であることを確認した。そして、得られた鑄造材は、割れやリップルマークがなく、光沢面を呈しており、良好な表面品質であった。

産業上の利用可能性

- [0048] 本発明鑄造用ノズルは、アルミニウム合金やマグネシウム合金の連続鑄造を行う際、湯だめから可動鑄型に溶湯を供給する部材として利用するとよい。また、本発明鑄造材の製造方法は、表面性状に優れる鑄造材を得るのに最適である。更に、この製造方法により得られた鑄造材は、圧延などの二次加工材として利用することができる。

請求の範囲

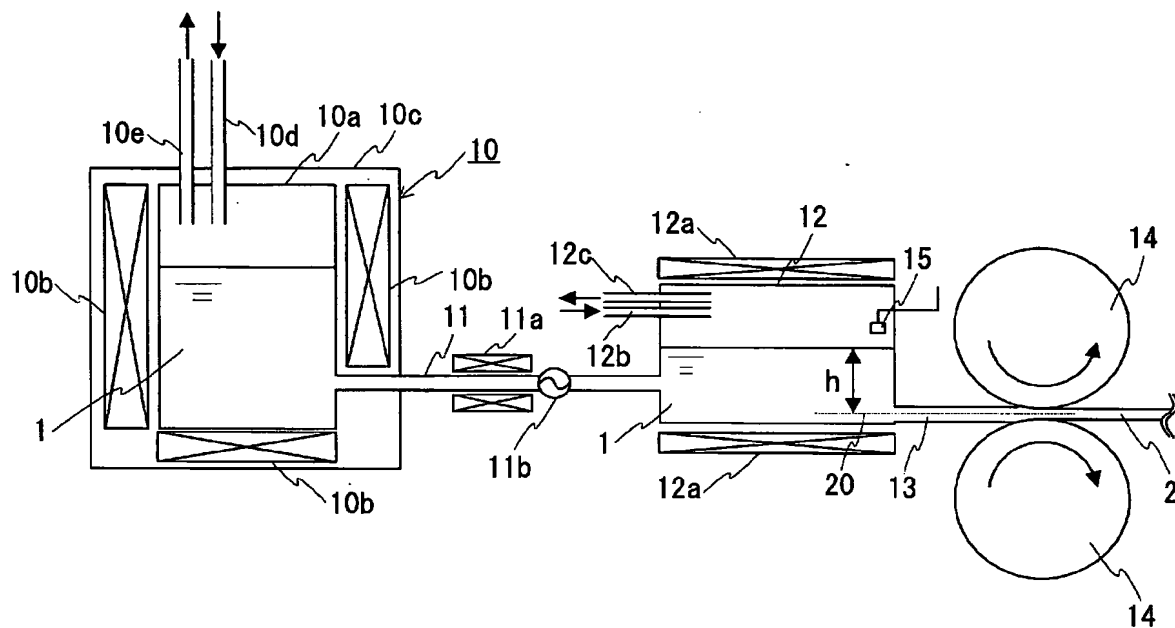
- [1] 溶解したアルミニウム合金又はマグネシウム合金の溶湯を貯留する湯だめに固定されて、湯だめから連続 casting 用の可動鑄型に溶湯を供給する鑄造用ノズルであって、前記可動鑄型側に配置されるノズルの先端は、熱伝導率が 0.2W/mK 以上の材料からなる良熱伝導層を具えることを特徴とする鑄造用ノズル。
- [2] 溶解したアルミニウム合金又はマグネシウム合金の溶湯を貯留する湯だめに固定されて、湯だめから連続 casting 用の可動鑄型に溶湯を供給する鑄造用ノズルであって、前記可動鑄型側に配置されるノズルの先端は、弾性率が 5000MPa 以上、引張強さが 10MPa 以上の材料からなる高強度弾性層を具えることを特徴とする鑄造用ノズル。
- [3] 可動鑄型側に配置されるノズルの先端は、かさ密度が $0.79/\text{cm}^3$ 超の材料からなる高密度層を具えることを特徴とする請求項1又は2に記載の鑄造用ノズル。
- [4] 可動鑄型側に配置されるノズルの先端は、引張強さが 10MPa 以上の材料からなる高強度層を具えることを特徴とする請求項1に記載の鑄造用ノズル。
- [5] 可動鑄型側に配置されるノズルの先端は、弾性率が 5000MPa 以上である材料からなる高弾性層を具えることを特徴とする請求項1に記載の鑄造用ノズル。
- [6] 可動鑄型側に配置されるノズルの先端は、熱伝導率が 0.2W/mK 以上の材料からなる良熱伝導層を具えることを特徴とする請求項2に記載の鑄造用ノズル。
- [7] 可動鑄型側に配置されるノズルの先端の厚さが 3.0mm 未満であることを特徴とする請求項1又は2に記載の鑄造用ノズル。
- [8] 良熱伝導層は、炭素を含む炭素含有材料にて形成されることを特徴とする請求項1に記載の鑄造用ノズル。
- [9] 可動鑄型側に配置されるノズルの先端は、異なる材料からなる層を複数具える多層構造であることを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載の鑄造用ノズル。
- [10] 請求項1に記載の鑄造用ノズルを用いて、アルミニウム合金又はマグネシウム合金を連続 casting することを特徴とする鑄造材の製造方法。
- [11] 請求項2に記載の鑄造用ノズルを用いて、アルミニウム合金又はマグネシウム合金を連続 casting することを特徴とする鑄造材の製造方法。
- [12] 鑄造用ノズルの外周縁の先端と可動鑄型間の隙間を 0.8mm 以下とすることを特徴と

する請求項11に記載の鑄造材の製造方法。

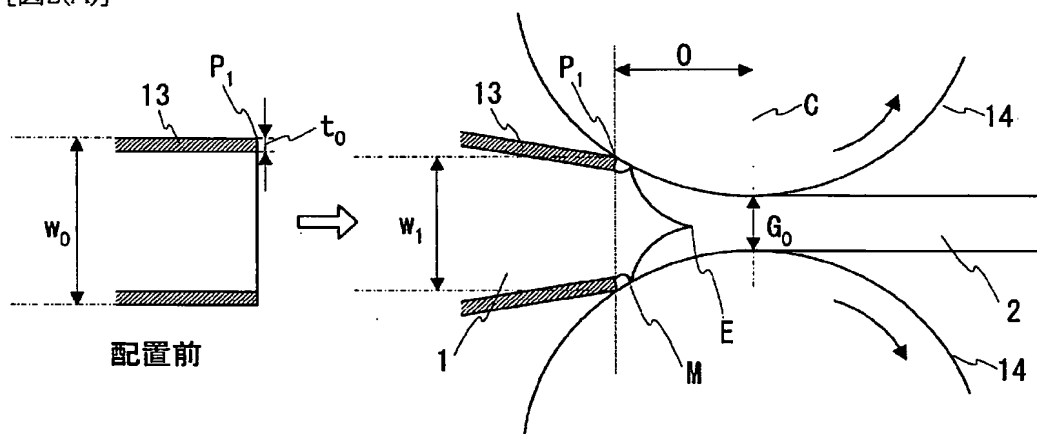
[13] 可動鑄型は、互いに異なる方向に回転する一対のロールを対向配置されたものであることを特徴とする請求項10～12のいずれかに記載の鑄造材の製造方法。

[14] 請求項10～13のいずれかに記載の製造方法により得られたことを特徴とする鑄造材。

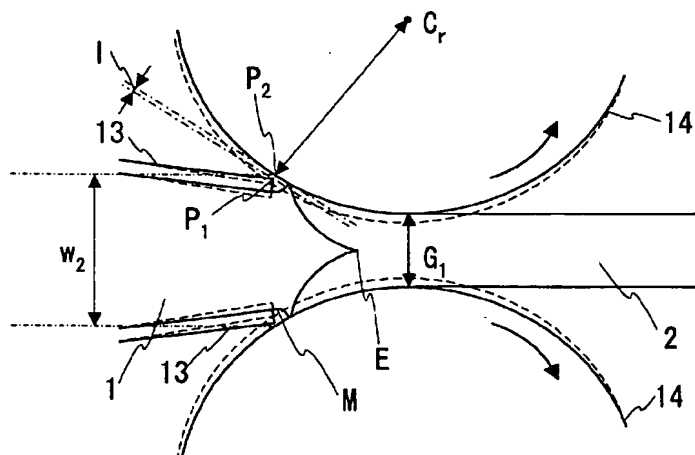
[図1]



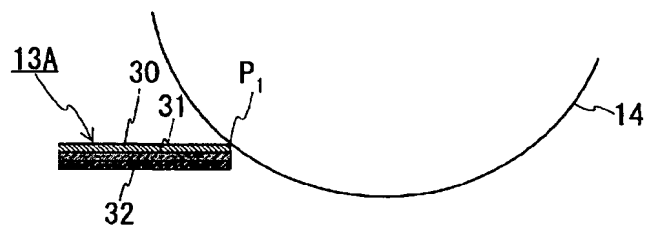
[図2(A)]



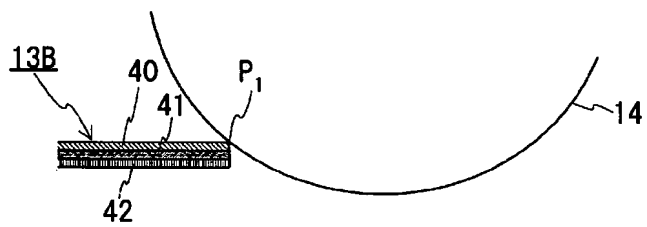
[図2(B)]



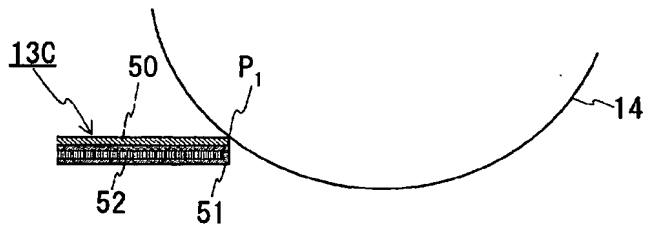
[図3(A)]



[図3(B)]



[図3(C)]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2 005/0117 07

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. 7 B22 D11/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. 7 B22D11/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo	Shinan	Kbho	1922-1996	Jitsuyo	Shinan	Toroku	Kbho	1996-2005
Kokai	Jitsuyo	Shinan	Kbho	1971-2005	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Kbho
								1994-2005

Electronic database consulted during the international search (name of database and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y —	JP 53-076954 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 07 July, 1978 (07.07.78), Example 1 (Family: none)	1-8, 10-14 <u>9</u>
Y	JP 05-318040 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 03 December, 1993 (03.12.93), Fig. 3 & US 5367316 A1	9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C☐ See patent family annex

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
05 October, 2005 (05.10.05)Date of mailing of the international search report
01 November, 2005 (01.11.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2005/011707

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) B22D11/10		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) B22D11/10		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2005年 日本国実用新案登録公報 1996-2005年 日本国登録実用新案公報 1994-2005年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー	引用文献名 及び一部の箇所が関連するとき、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 53-076954 A (古河電気工業株式会社) 1978. 07. 07, 実施例 1 (パ	1-8, 10-14
Y	テントファミリーなし)	9
Y	JP 05-318040 A (住友金属工業株式会社) 1993. 12. 03, [図 3] & US 5367316 A1	9
C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。		
引用文献のカテゴリー IA J 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの IE J 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日後に公表されたもの IL J 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) IO J 口頭による開示、使用、展示等に関する文献 IP J 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 IT J 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論理解のために引用するもの IX J 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの IY J 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの IZ J 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 05.10.2005	国際調査報告の発送日 01.11.2005	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 小柳 健悟 電話番号 03-3581-1101 内線 3425	4 E 3232